

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

2

(11)Publication number : 07-188932

(43)Date of publication of application : 25.07.1995

(51)Int.Cl.

C23C 16/52
 C23C 16/44
 C23F 4/00
 H01L 21/205
 H01L 21/3065
 H01L 21/31
 // G01N 21/33
 H01L 31/00

(21)Application number : 06-256993

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
 CORP <IBM>

(22)Date of filing : 21.10.1994

(72)Inventor : O'NEILL JAMES A
 PASSOW MICHAEL L
 COTLER TINA J
 CHAPPLE-SOKOL JONATHAN D
 CONTI RICHARD A
 SINGH JYOTHI

(30)Priority

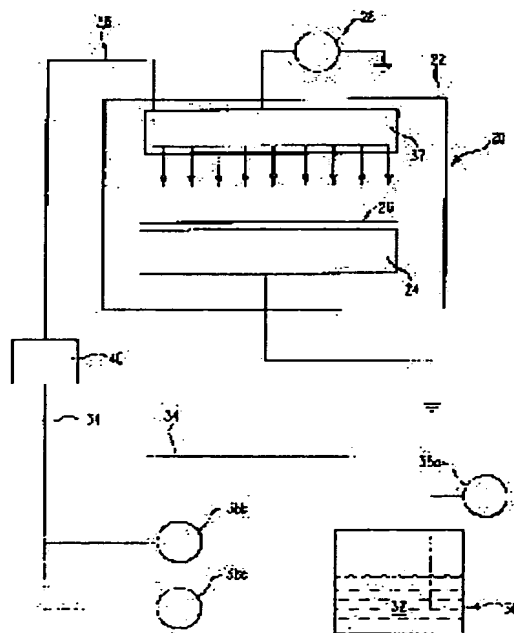
Priority number : 93 143228 Priority date : 29.10.1993 Priority country : US

(54) WORKPIECE PROCESSING APPARATUS HAVING INFRARED SENSOR AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily and inexpensively optimize production parameters without requiring empirical tests by arranging an IR sensor in a conduit for feeding an inflow fluid contg. a reaction material into a reaction chamber and detecting the concn. of the reaction material from the quantity of the IR rays passing this fluid.

CONSTITUTION: The inflow fluid contg. the gases from gas supply sources 38a to 38c and the reaction material 32 from a vessel 30 is supplied via a fluid delivery device to the reaction chamber 22 of a CVD or etching apparatus 20. The injected fluid is introduced through a manifold 37 and is made into a plasma by an RE source 28. A workpiece 26 held on a holder 24 is processed by this plasma. The IR sensor 40 communicating with the conduit 34 on the reactant source side of the fluid delivery device described above and a conduit 36 on the reaction chamber side is connected in series between these conduits. At this time, the IR beam is sent through the inflow fluid to an IR detector which detects the quantity of the light not absorbed by the inflow fluid. As a result, the concn. of the reaction material in the inflow fluid is detected and the control of the reaction system is executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.10.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2685166

[Date of registration] 15.08.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 15.08.2003

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-188932

(43)公開日 平成7年(1995)7月25日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 16/52				
16/44	D			
C 2 3 F 4/00	Z	8417-4K		
			H 0 1 L 21/ 302	F
			21/ 31	C
審査請求 有 請求項の数53 OL (全 14 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平6-256993

(22)出願日 平成6年(1994)10月21日

(31)優先権主張番号 1 4 3 2 2 8

(32)優先日 1993年10月29日

(33)優先権主張国 米国 (US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 ジェームズ・アンソニー・オニール

アメリカ合衆国10596 ニューヨーク州
ニュー・シティ シェットランド・ドライブ
76

(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

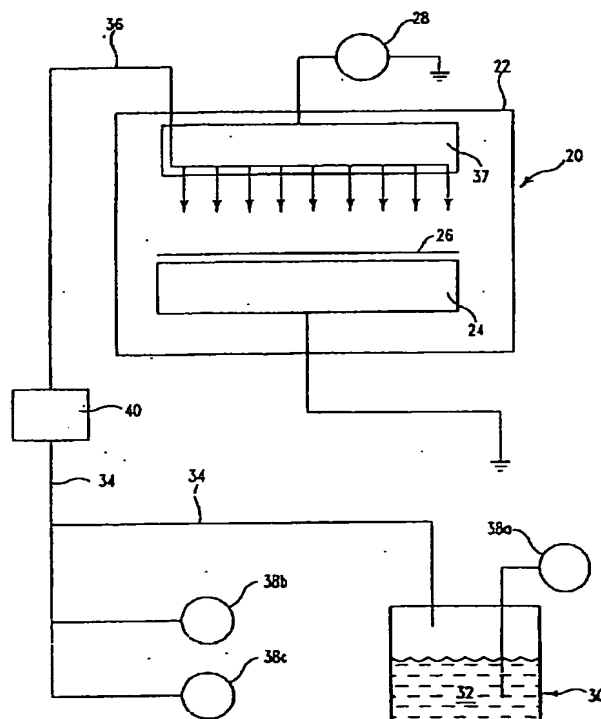
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 赤外線センサを有するワークピース処理装置および方法

(57)【要約】

【目的】 製造パラメータを最適化するために経験的なテストを必要としないCVDまたはエッチング装置を提供する。

【構成】 ワークピース上の層を処理する装置は反応液体源、ワークピース用の支持体を有する反応室、及び流入流体を反応室中へ給送する流体送出装置を含んでおり、流入流体を材料の処理に利用する。赤外線センサが流入流体の成分の濃度を感知するために、流体送出装置と協働するようになされている。赤外線センサは赤外線ビームを流入流体を通して赤外線検出器に送るように配置された赤外線源を含んでいる。赤外線検出器は検出器が受け取り、したがって流入流体によって吸収されない光の量を示す電気出力信号を発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】反応物源と、

ワークピースを支持するための手段を含んでいる反応室と、

材料を処理するために利用される流入流体を前記反応室へ給送するための流体送出手段であって、前記反応物源と連通している第 1 導管と前記反応室と連通している第 2 導管を含んでいる流体送出手段と、

前記第 1 及び第 2 導管の間に、これらと連通して直列に接続された、前記流入気体の濃度を感知するための赤外線センサであって、赤外線光源と赤外線検出器を含んでおり、該赤外線光源が前記流入気体を通して前記赤外線検出器へ赤外線ビームを送るように配置されており、前記赤外線検出器がその受け取った赤外線の量を示す電気出力信号を発生するための手段を含んでいる赤外線センサとからなるワークピース処理装置。

【請求項 2】前記赤外線光源が所定範囲の赤外線波長の波長を有している光を放出することを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】前記赤外線光源が前記赤外線ビームの経路にある第 1 のフィルタを含んでおり、該第 1 フィルタが赤外線域の第 1 の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有していることを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】前記赤外線センサが前記赤外線ビームを前記検出器に集束させるための手段を含んでいることを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 5】前記赤外線センサが赤外線ビームを変調する手段と、前記電気出力信号を復調する手段とを含んでいることを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 6】前記赤外線ビームを変調する前記手段が該ビームの経路に配置された光学チョップであり、前記電気出力信号を復調する前記手段がロックイン増幅器であり、該ロックイン増幅器が前記光学チョップの周波数を監視するための手段を含んでいて、該監視手段と前記電気出力に応答して復調電気出力信号を発生することを特徴とする請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】前記光学チョップが前記赤外線ビームの経路に配置された回転要素であり、該要素が前記第 1 フィルタと、赤外線域の第 2 の所定の周波数を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有している少なくとも 1 つの第 2 フィルタとを含んでおり、該第 1 及び第 2 フィルタが前記回転要素が回転したときに、前記赤外線ビームの経路に交互に配置されることを特徴とする請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】前記の第 2 の所定波長の光が前記流入気体によって吸収されず、これにより前記第 2 フィルタが前記赤外線検出器に対して光基準信号をもたらすことを特徴とする請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】前記赤外線検出器が前記光基準信号に応じ

て電気基準信号を発生し、前記赤外線センサが前記基準信号と前記復調電気出力信号の比を取り、この比を示す比率出力信号を発生する回路手段をさらに含んでいることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】前記赤外線光源が所定の赤外線波長に同調したレーザであることを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 11】前記赤外線検出器が焦電検出器であることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】前記流体送出手段が気体送出手段であり、前記流入流体が流入気体であり、前記赤外線センサが内部に前記赤外線光源が取り付けられており、赤外線光が通過できる第 1 のウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第 1 ハウジングと、内部に前記赤外線検出器が取り付けられており、赤外線光が通過できる第 2 ウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第 2 ハウジングと、前記第 1 及び第 2 ウィンドウの間に取り付けられたサンプル・チェンバを含んでおり、前記赤外線ビームが第 1 及び第 2 ウィンドウならびに前記サンプル・チェンバを通過することを可能とし、前記サンプル・チェンバがさらに前記気体送出手段と流体連通する気体入口と前記反応室と流体連通する気体出口とを含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】前記第 1 及び第 2 ウィンドウが本質的に ZnSe 、 ZnS 、 Ge 、 KCl 、 KRS-5 、 AgCl 、 AgBr 、 Al_2O_3 、 MgF_2 、及び CaF_2 からなる群から選択した材料製であることを特徴とする請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】前記赤外線センサがフーリエ変換赤外線分光器であり、前記赤外線センサが前記電気出力信号から赤外線スペクトルを計算し、これから前記流入流体の成分の濃度を求めるためのコンピュータ手段を含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 15】前記気体送出手段が前記反応室への前記流入流体の流量を制御するために前記電気出力信号に応答する制御手段を含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】前記流入流体の成分の濃度を制御するための手段をさらに含んでいることを特徴とする請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】前記流体送出手段が気体送出手段であり、前記流入流体が流入気体であり、前記気体送出手段がさらに前記反応室と流体連通している流入導管を含んでおり、前記制御手段が前記流入導管を通る前記流入気体の流量を制御するためのバルブと、内部に基準データを含んでいて、前記電気出力信号を前記基準データと比較し、これに応じて前記バルブの位置を制御するための基準データのライブラリを有しているプロセス・コントローラとを含んでいることを特徴とする請求項 15 に記載の装置。

【請求項 18】前記プロセス・コントローラが前記材料層の処理速度を制御することを特徴とする請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】前記気体送出手段が反応物源と、前記反応物源から前記流入気体を発生するための手段とを含んでいることを特徴とする請求項 17 に記載の装置。

【請求項 20】前記反応物源が反応液体であり、さらに、該反応液体へ第 1 の流量で送出され、これから前記流入気体を発生するためのキャリア・ガス源と、前記流入導管へ第 2 の流量で送出され、前記流入気体と混合する希釈ガス源と、前記基準データに応じて前記流入気体の前記成分の濃度を一定に維持するための流量制御手段とを含んでいることを特徴とする請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】前記流量制御手段が前記第 1 流量と第 2 流量の和を一定に維持することを特徴とする請求項 20 に記載の装置。

【請求項 22】流体を流すようになされた第 1 導管と、前記流入気体の濃度を関知するための前記第 1 導管と流体連通している赤外線センサであって、赤外線光源と赤外線検出器を含んでおり、該赤外線光源が前記流入気体を通して前記赤外線検出器へ赤外線ビームを送るように配置されており、前記赤外線検出器が該検出機能の受け取った赤外線の量を示す電気出力信号を発生するための手段を含んでいる赤外線センサと、前記赤外線センサと流体連通していて、前記赤外線センサが感知した流体が貫流することを可能とする第 2 導管とからなる流体送出装置。

【請求項 23】前記赤外線光源が所定範囲の赤外線波長の波長を有している光を放出することを特徴とする請求項 22 に記載の流体送出装置。

【請求項 24】前記赤外線光源が前記赤外線ビームの経路にある第 1 フィルタを含んでおり、該第 1 フィルタが赤外線域の第 1 の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有していることを特徴とする請求項 23 に記載の流体送出装置。

【請求項 25】前記赤外線センサが前記赤外線ビームを前記検出器に集束させるための手段を含んでいることを特徴とする請求項 23 に記載の流体送出装置。

【請求項 26】前記赤外線センサが赤外線ビームを変調する手段と、前記電気出力信号を復調する手段とを含んでいることを特徴とする請求項 23 に記載の流体送出装置。

【請求項 27】前記赤外線ビームを変調する前記手段が該ビームの経路に配置された光学チョッパであり、前記電気出力信号を復調する前記手段がロックイン増幅器であり、該ロックイン増幅器が前記光学チョッパの周波数を監視するための手段を含んでいて、該監視手段と前記電気出力にตอบสนองして復調電気出力信号を発生することを特徴とする請求項 26 に記載の流体送出装置。

【請求項 28】前記光学チョッパが前記赤外線ビームの経路に配置された回転要素であり、該要素が前記第 1 フィルタと、赤外線域の第 2 の所定の周波数を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有している少なくとも 1 つの第 2 フィルタとを含んでおり、該第 1 及び第 2 フィルタが前記回転要素が回転したときに、前記赤外線ビームの経路に交互に配置されることを特徴とする請求項 27 に記載の流体送出装置。

【請求項 29】前記の第 2 の所定波長の光が前記流入気体によって吸収されず、これにより前記第 2 フィルタが前記赤外線検出器に対して光基準信号をもたらすことを特徴とする請求項 28 に記載の流体送出装置。

【請求項 30】前記赤外線検出器が前記光基準信号に応じて電気基準信号を発生し、前記赤外線センサが前記基準信号と前記復調電気出力信号の比を取り、この比を示す比率出力信号を発生する回路手段をさらに含んでいることを特徴とする請求項 29 に記載の流体送出装置。

【請求項 31】前記赤外線光源が所定の赤外線波長に同調したレーザであることを特徴とする請求項 23 に記載の流体送出装置。

【請求項 32】前記赤外線検出器が焦電検出器であることを特徴とする請求項 22 に記載の流体送出装置。

【請求項 33】前記赤外線センサが内部に前記赤外線光源が取り付けられており、赤外線光が通過できる第 1 ウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第 1 ハウジングと、内部に前記赤外線検出器が取り付けられており、赤外線光が通過できる第 2 ウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第 2 ハウジングと、前記第 1 及び第 2 ウィンドウの間に取り付けられたサンプル・チェンバを含んでおり、前記赤外線ビームが第 1 及び第 2 ウィンドウならびに前記サンプル・チェンバを通過することを可能とし、前記サンプル・チェンバがさらに前記第 1 導管と流体連通する流体入口と前記第 2 導管と流体連通する流体出口とを含んでいることを特徴とする請求項 22 に記載の流体送出装置。

【請求項 34】前記第 1 及び第 2 ウィンドウが本質的に ZnSe 、 ZnS 、 Ge 、 KCl 、 KRS-5 、 AgCl 、 AgBr 、 Al_2O_3 、 MgF_2 、及び CaF_2 からなる群から選択した材料製であることを特徴とする請求項 33 に記載の流体送出装置。

【請求項 35】前記気体送出手段が前記反応室への前記流入流体の流量を制御するために前記電気出力信号にตอบสนองする制御手段を含んでいることを特徴とする請求項 22 に記載の流体送出装置。

【請求項 36】前記第 2 導管内の前記流入流体の流量を制御するために前記電気出力信号にตอบสนองする制御手段をさらに含んでいることを特徴とする請求項 22 に記載の流体送出装置。

【請求項 37】前記流入流体の前記成分の濃度を制御するための手段をさらに含んでいることを特徴とする請求

項 36 に記載の流体送出装置。

【請求項 38】前記流体が気体であり、前記制御手段が前記第 2 導管を通る前記気体の流量を制御するためのバルブと、内部に基準データを含んでいて、前記電気出力信号を前記基準データと比較し、これに応じて前記バルブの位置を制御するための基準データのライブラリを有しているプロセス・コントローラとを含んでいることを特徴とする請求項 36 に記載の流体送出装置。

【請求項 39】前記プロセス・コントローラが前記材料層の処理速度を制御することを特徴とする請求項 38 に記載の流体送出装置。

【請求項 40】反応体源と、前記反応体源から前記流入気体を発生するための手段とをさらに含んでいることを特徴とする請求項 38 に記載の流体送出装置。

【請求項 41】前記反応体源が反応液体であり、該反応液体へ第 1 の流量で送出され、これから前記流入気体を発生するためのキャリア・ガス源と、前記流入導管へ第 2 の流量で送出され、前記流入気体と混合する希釈ガス源と、前記基準データに応じて前記流入気体の前記成分の濃度を一定に維持するための流量制御手段とを含んでいることを特徴とする請求項 40 に記載の流体送出装置。

【請求項 42】前記流量制御手段が前記第 1 流量と第 2 流量の和を一定に維持することを特徴とする請求項 41 に記載の流体送出装置。

【請求項 43】ワークピースを反応室内で支持し、流入流体を反応物源から前記反応室中へ給送し、前記反応物源から前記反応室への流入流体の流れを通して赤外線ビームを送り、前記流入流体によって吸収されない前記赤外線ビームの量を検出し、前記の非吸収赤外線を示す電気出力信号を発生することによって前記流入流体の成分を濃度を感知することからなるワークピース処理方法。

【請求項 44】前記赤外線が所定範囲の赤外線は超で放出されることを特徴とする請求項 43 に記載の方法。

【請求項 45】前記赤外線ビームを赤外線域の第 1 の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅に濾波することをさらに含んでいることを特徴とする請求項 44 に記載の方法。

【請求項 46】前記赤外線ビームを赤外線検出器に集束することをさらに含んでいることを特徴とする請求項 44 に記載の方法。

【請求項 47】前記赤外線ビームを変調し、前記電気出力信号を復調することをさらに含んでいることを特徴とする請求項 44 に記載の方法。

【請求項 48】前記赤外線ビームを赤外線域の第 2 の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅に濾波することをさらに含んでいることを特徴とする請求項 47 に記載の方法。

【請求項 49】前記の濾波された赤外線ビームを電気信

号に変換し、該電気信号と前記復調電気出力信号の比を取り、これを示す出力信号を発生することをさらに含んでいることを特徴とする請求項 48 に記載の方法。

【請求項 50】前記反応室への前記流入流体の流量を制御することをさらに含んでいることを特徴とする請求項 43 に記載の方法。

【請求項 51】前記流入流体が流入気体であり、該流入気体の流量を制御する前記ステップが前記電気信号を基準データのライブラリと比較することを含んでいることを特徴とする請求項 50 に記載の方法。

【請求項 52】流入気体の流量を制御する前記ステップが前記材料層の処理速度を制御することを含んでいることを特徴とする請求項 51 に記載の方法。

【請求項 53】前記反応流体源が反応液体であり、キャリア・ガスを第 1 流量で前記反応液体へ送出し、これによって反応気体を発生し、希釈ガスを第 2 流量で前記反応気体へ送出し、前記第 1 及び第 2 流量の和を一定に維持することを含んでいることを特徴とする請求項 51 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は総括的に流体送出装置及び送出方法に関し、詳細に言えば、マイクロエレクトロニクス・デバイスを製造するためのチェンバへ送出される気体の混合物の濃度を監視し、制御するための装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロエレクトロニクス・デバイスの製造に使用される CVD 及びエッチング・プロセスの開発及びパラメータの最適化はこれまで大部分が、監視装置や先行ウエハを使用することなどの経験的な技法によって行われていた。このような技法を使用することが必要とされるのは、付着速度や付着膜の品質などの主要なプロセス・パラメータが処理中に変化するため、これらをリアルタイムで測定し制御する方法が存在していなかったからである。この問題が特に当てはまるのは CVD 法の場合であり、この方法は液体または固体の供給源から導出される前駆物質気体を使用して付着膜を形成するものである。たとえば、テトラエトキシシラン (TEOS) を使用して酸化物皮膜を形成する CVD 法は、米国特許第 4849259 号明細書に記載されているように、広範囲にわたって使用されている。また、圧縮可能気体がドーパ酸化物皮膜の形成時に、リン及びホウ素の供給源としてしばしばに使用されている。このような圧縮可能な給送気体はしばしば、キャリア・ガスを液体前駆体の容器内で発泡させたり、あるいは適切な蒸気圧を保持するのに必要な温度に保持された固体前駆体上にキャリアを流すことによって導出されている。このようにして導入された気体は加熱された送出管から反応室へ送出される（上記の米国特許第 4849259 号明細書参

照)。他の方法では、未希釈の蒸気をキャリア・ガスを使用せずに反応室へ送出する。本出願人はこのようなCVD法における付着膜の品質及び付着速度が給送気体の濃度の関数であることを発見した。給送気体濃度は液体源及び送出装置の熱安定性、容器内の液体の液面高さ、ならびにキャリア・ガスの流量の関数である。このような圧縮可能な給送気体の濃度をリアルタイムで測定する手段が存在しない場合、これまではこのようなCVD法を制御するために、費用がかさみ、時間のかかる経験的な技法を用いる必要があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の特徴は、製造パラメータを最適化するために経験的なテストを必要としないCVDまたはエッチング装置を提供することである。

【0004】本発明の他の特徴は、CVDまたはエッチング装置に簡単に、しかも廉価に結合して、上述の特徴を達成することのできる流体送出装置及び方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】したがって、ワークピース上の層を処理するための装置及び方法が提供される。装置は反応物源、ワークピースの支持体を有する反応室、及び流入流体を反応室へ給送し、流入流体を材料の処理に使用するための流体送出手段を含んでいる。流体送出手段は流体源と連通する第1導管と、反応室と連通する第2導管を含んでいる。流入流体の濃度を感知するための赤外線センサが、第1導管と第2導管の間に、これらと連通して直列に接続されている。赤外線センサは赤外線光源と赤外線検出器を含んでおり、赤外線光源は赤外線ビームを流入流体を通して赤外線検出器へ送るように配置されている。赤外線検出器は該検出器が受け取った赤外線の量を示す電気出力信号を発生するための手段を含んでいる。方法はワークピース上の材料の層を処理する方法であり、反応室内でワークピースを支持し、流入流体を反応室へ給送して、材料を処理することを含んでいる。この方法はさらに赤外線ビームを流入流体へ送り、流入流体によって吸収されない赤外線ビームの量を検出し、非吸収光を示す電気出力信号を発生することによって、流入流体の濃度を感知することを含んでいる。

【0006】

【実施例】図1は反応室22を有しており、静電チャックであることが好ましいワークピース26を支持するためのホルダ24を含んでいる、プラズマ反応装置であることが好ましいCVDまたはエッチング反応装置20を示す。ワークピース26は通常、マイクロエレクトロニクス・デバイスの製造における中間製品を構成する半導体ウェハである。反応室22内のプラズマはRF源28によって発生する。装置はさらに、反応物流体（または

反応物固体）32を収納する容器30を含んでいる。導管34の一端は反応物32上におかれており、反応物32から発生した気体を第2導管36に搬送するものあり、第2の導管は好ましくはマニフォールド37を介して、反応室22と流体連通している。Heなどのキャリア・ガスが供給源38aから液体TEOSなどの反応物32へ送出され、導管34内にTEOSとHeの混合物が生じる。O₂及びO₃などのその他の成分をそれぞれガス供給源38b及び38cから導管34へ追加することもできる。導管34及び36を通して反応室22へ流入する流入気体の濃度を感知するための赤外線センサ40が、導管34と36の間に、これらと流体連通関係で挿入されている。赤外線センサ40は本発明の以下の実施例のいずれのものであってもかまわない。

【0007】図2は本発明の赤外線センサ40の全体概略図である。赤外線センサ40は、赤外線検出器46へ赤外線ビーム44を送るように配置された赤外線光源42を含んでいる。赤外線光源42は希望する範囲の赤外線波長を有する放射線を放出する加熱フィラメントであることが好ましい。ビーム44の波長は、ビーム44の経路内に配置され、対象となる単一の気体種を検出するように選択された赤外線干渉フィルタ48によって決定される。フィルタ48の帯域幅は、選択した種の波長を中心として100cm⁻¹以下である。ビーム44はステンレス・スチールの気体サンプル・セル50を通過する。気体サンプル・セル50は、温度制御装置54に接続され、これによって制御される断熱された加熱マントル52によって希望する温度に維持される。温度制御装置54はセル50の表面にあるサーモカップル56を利用して、セルの温度を監視する。

【0008】ビーム44は一对の赤外線透過ウィンドウ58を通過する。赤外線透過ウィンドウ58は適当なフランジ及び保持スクリュによってセル50の両端にとりつけられている。ウィンドウ58はビーム44の選択した波長における透過度を最適なものとするように選択された材料製である。たとえば、この材料はZnSe、ZnS、Ge、KCl、KRS-5、AgCl、AgBr、Al₂O₃、MgF₂またはCaF₂である。赤外線光源42はハウジング60に取り付けられており、ハウジング60はその壁部にウィンドウ58の一方を保持するためセル50のフランジの一方に係合するようになされている。同様に、検出器46はハウジング62に取り付けられており、ハウジング62はその壁部にもう一方のウィンドウ58を保持するためセル50のもう一方のフランジに係合するようになされている。セル50は容器30から流入気体を送出する導管34、及び流入気体を反応室22へ送出する導管36に結合され、これらと流体連通関係にある。ウィンドウ58における流入気体の凝縮は、セル50のフランジに適当な絶縁体を設け、かつ導管34及び36、ならびに気体送出装置の他の構成

要素よりも若干高い温度にセル50を維持するように温度制御装置54を設定することによって排除される。セル50の寸法は特定の流入気体及びその分圧の関数である。ビーム44は絞リ65を通過してから、レンズ64によって検出器に集束される。レンズ64及び絞リ65は両方ともハウジング62に取り付けられている。ビーム44の強さはハウジング60に取り付けられている光学チョッパ66によって変調される。検出器46は検出器が受信した赤外線のを示す電気出力信号をライン68に発生する。検出器46は焦電 (pyroelectric) 赤外線検出器であることが好ましい。特定の流入気体の濃度は、検出器46に到達し、したがって流入気体によって吸収されなかった光量によって測定される。以下の実施例で詳述するように、ライン68の電気出力信号は光学チョッパ66の周波数に同調したロックイン増幅器70へ送出され、復調される。増幅器70の出力72は以下で説明するようにして処理される。

【0009】図3に示した実施例において、赤外線光源42はビーム44を放出し、このビームはチョッパ制御装置80によって制御されるチョッパ66を通過する。赤外線ビーム44はチョッパ66によって変調され、上述したようにフィルタ48によって濾波され、軸外し放物面反射器82に送られる。反射器82は発散するビーム44を平行光線にし、その方向を変え、ビーム44の大部分をハウジング60から出るビーム44aとして加熱気体サンプル・セル50へ送る。ビーム44の一部44bは反射器82の穴を通過し、集束レンズ84を介して検出器86へ送られる。光信号44bは光基準信号として機能するものであり、検出器86によって電気基準信号88へ変換され、この信号88はロックイン増幅器90に接続される。ロックイン増幅器90はチョッパ制御装置80からのチョッパ66の変調周波数を示す基準信号92も受け取る。検出器86も焦電赤外線検出器であることが好ましい。

【0010】図2に関連して前述したように、ビーム44aはレンズ64を通過して検出器46に到達する。検出器46の電気出力信号68は、もう1つのロックイン増幅器94へ送られる。ロックイン増幅器94はチョッパ制御装置80からの信号92も受け取る。ロックイン増幅器90は基準信号88を復調し、増幅して、出力基準信号96を発生する。ロックイン増幅器94は電気出力信号68を復調し、増幅して、復調された電気出力信号98を発生する。比率回路100は信号96及び98に接続されており、これらの信号の比を取り、比率出力信号102を発生する。比率出力信号102はパーソナル・コンピュータ104などの記録装置へ送られる。チョッパ制御装置80、ロックイン増幅器90及び94、比率回路100ならびにパーソナル・コンピュータ104は単一のハウジング106に収められていることが好ましい。ロックイン増幅器90及び94ならびに比率回路

100は周知の構成のものである。

【0011】図4に示した実施例において、本発明装置は若干単純化されている。この実施例において、ビーム44はフィルタ48を通り、ついでビーム・スプリッタ108を通る。ビーム・スプリッタ108はビーム44を2本のビーム44cと44dに分割する。ビーム44c及びミラー110などの適当な反射手段を通過したビーム44dは改変形チョッパ112を通過する。チョッパ112はビーム44c及び44dを交互に変調するようになされている。すなわち、ある時点で、ビームすなわち信号44c及び44dの一方だけがチョッパを通過する。もっとも単純な形態において、チョッパ112は赤外線放射線に対し、その表面の50%が不透明で、他の50%が透明な円盤である。

【0012】図4に示すように、変調信号44cは加熱サンプル・セル50を通過し、これによって、変調信号44c'がビーム・スプリッタ116から検出器46へ送られる。図5に示すように、変調信号44c'は強さがゼロと1の間で変化する。同様に、信号44dは要素114及び116によって検出器46へ向かって反射され、信号44c'に加えられる。信号44dは図6に示されたものであり、ゼロと基準強度 I_0 の間で変出し、かつ信号44c'と位相が 180° ずれている。得られる信号44eは図7に示されたものであり、強さが1と I_0 の間で変化する。検出器46は次いで、光入力信号44eを表す電気出力信号117を発生する。信号117はまず、回路118へ送られ、この回路は信号92によってチョッパ80と同期して、基準強度 I_0 を示す出力信号をもたらす。回路118の出力120は比率回路122へ送られる。同様にして、検出器46の出力信号117はロックイン増幅器128へ送られ、該増幅器はチョッパ80と同期して、 I_0-1 という復調信号を示す出力130を発生する。比率回路122は次いで出力120及び130の比、すなわち $(I_0-1):I_0$ を取り、これを上記と同様に記録装置に送る。

【0013】図8に示した実施例において、図4に示した実施例が光学チョッパなどの回転要素140を利用してさらに改変され、単純化されている。回転要素140はビーム44の経路内に配置され、半サイクルでフィルタ140aがビーム44の経路内へ回転させられ、後の半サイクルでフィルタ140bがビーム44の経路内へ回転させられるようになっている。フィルタ140aはセル50内の気体種が吸収する赤外線帯域の所定の帯域を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有している。これに対し、フィルタ140bはセル50内の流入気体によって吸収されないようになされた第2の波長を中心としている。それ故、フィルタ140bを通過する光は検出器46に送られた場合、光基準信号として働く。図9はフィルタ140b及びフィルタ140aからの出力の違いを説明するスペクトルである。それ故、検出器4

6からの出力142も、図10に示すように、最大振幅が10で、最小振幅が1の方形波である。その他のすべての点で、図8の回路は図4のものと同様な態様で作動する。

【0014】図11は本発明の装置の実施例を示すものであって、赤外線光源は赤外線帯域の所定の波長に同調したレーザ150である。この実施例はレーザ150の帯域幅が上述した実施例で利用されていた各種の赤外線フィルタの帯域幅よりもはるかに狭くできるという利点を有している。レーザ150の出力152はチョップパ66によって変調され、レンズ154によって光ファイバ156に集束される。この手法には、出力に十分な力があり、希望する場合には、複数の信号152a、152b、152c及び152dに分割でき、それ故、複数本の光ファイバ156a、156b、156c及び156dによって、図11に示すように複数個のサンプル・セル50aないし50dへ送ることができるという付加的な利点がある。同様に、このようなシステムは複数個の検出器46aないし46dを含むこととなる。したがって、単一のレーザ150が複数個の付着もしくはエッチング装置用の赤外線光源として働くことができる。

【0015】図12は本発明の他の実施例を示すものであり、赤外線光源はフーリエ変換赤外線分光器160である。分光器160の出力はセル50を通して赤外線検出器46へ送られる。赤外線分光器160は電気出力162を与え、この出力は検出器46からの出力68とともに、コンピュータ164へ供給され、流入気体の濃度が求められる。

【0016】図3に示した実施例のハウジング106に収められているコンピュータ104ならびに関連する制御装置、増幅器及び回路と、図12に示した実施例のコンピュータ164は本質的に、プロセス・コントローラとしての働きをする。図13において、もっとも単純な形態のこのプロセス・コントローラ170は検出器46が測定した濃度から流入気体の流量を計算し、その結果と時間を統合し、検出器46からの測定データを、経験的もしくは理論的に得られる基準データのライブラリと比較することによって、付着時間やその他のプロセス・パラメータ（たとえば、付着速度またはエッチング速度）を適宜調整する。プロセスの終了時には、コントローラ170はライン172で信号を送り、反応室22へ延びている導管36のバルブ174を閉鎖するか、あるいは反応室22内でのプロセスを効果的に終了させる他の同様な機能を果たす。図13には、装置がブロック図の形態で示されており、この装置において、気体送出手段は検出器46からの電気出力信号に応答して反応室22への流入気体の流量を制御するための制御装置を含んでいる。流量 ϕ_1 のキャリア・ガスが供給源176から供給され、流量制御装置178によって容器30内の反応液体32へ送出される。同時に、流量 ϕ_2 の希釈ガス

が供給源176から供給され、質量流量制御装置182によって導管36へ送出される。導管34内の流入気体の流量は前記と同様にして計算される。次いで、プロセス・コントローラ170はキャリア・ガスの流量 ϕ_1 を制御装置178によって調節し、流入気体の流量を一定に維持する。同時に、プロセス・コントローラ170は希釈ガスの流量 ϕ_2 を制御装置182によって調節し、 $\phi_1 + \phi_2$ を一定に維持する。プロセスは次いで、測定時間中の反応気体の所望する濃度および流入気体の希望する流量に基いて計算した所望の膜厚に達したときに、バルブ174を閉鎖することによって、前記と同様に終了させられる。

【0017】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0018】(1) 反応物源と、ワークピースを支持するための手段を含んでいる反応室と、材料を処理するために利用される流入流体を前記反応室へ給送するための流体送出手段であって、前記反応物源と連通している第1導管と前記反応室と連通している第2導管を含んでいる流体送出手段と、前記第1及び第2導管の間に、これらと連通して直列に接続された、前記流入気体の濃度を感知するための赤外線センサであって、赤外線光源と赤外線検出器を含んでおり、該赤外線光源が前記流入気体を通して前記赤外線検出器へ赤外線ビームを送るように配置されており、前記赤外線検出器がその受け取った赤外線の量を示す電気出力信号を発生するための手段を含んでいる赤外線センサとからなるワークピース処理装置。

(2) 前記赤外線光源が所定範囲の赤外線波長の波長を有している光を放出することを特徴とする上記(1)に記載の装置。

(3) 前記赤外線光源が前記赤外線ビームの経路にある第1のフィルタを含んでおり、該第1フィルタが赤外線域の第1の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有していることを特徴とする上記(2)に記載の装置。

(4) 前記赤外線センサが前記赤外線ビームを前記検出器に集束させるための手段を含んでいることを特徴とする上記(2)に記載の装置。

(5) 前記赤外線センサが赤外線ビームを変調する手段と、前記電気出力信号を復調する手段とを含んでいることを特徴とする上記(2)に記載の装置。

(6) 前記赤外線ビームを変調する前記手段が該ビームの経路に配置された光学チョップであり、前記電気出力信号を復調する前記手段がロックイン増幅器であり、該ロックイン増幅器が前記光学チョップの周波数を監視するための手段を含んでいて、該監視手段と前記電気出力に応答して復調電気出力信号を発生することを特徴とする上記(5)に記載の装置。

(7) 前記光学チョップが前記赤外線ビームの経路に配

置された回転要素であり、該要素が前記第1フィルタと、赤外線域の第2の所定の周波数を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有している少なくとも1つの第2フィルタとを含んでおり、該第1及び第2フィルタが前記回転要素が回転したときに、前記赤外線ビームの経路に交互に配置されることを特徴とする上記(6)に記載の装置。

(8) 前記の第2の所定波長の光が前記流入気体によって吸収されず、これにより前記第2フィルタが前記赤外線検出器に対して光基準信号をもたらすことを特徴とする上記(7)に記載の装置。

(9) 前記赤外線検出器が前記光基準信号に応じて電気基準信号を発生し、前記赤外線センサが前記基準信号と前記復調電気出力信号の比を取り、この比を示す比率出力信号を発生する回路手段をさらに含んでいることを特徴とする上記(8)に記載の装置。

(10) 前記赤外線光源が所定の赤外線波長に同調したレーザであることを特徴とする上記(2)に記載の装置。

(11) 前記赤外線検出器が焦電検出器であることを特徴とする上記(1)に記載の装置。

(12) 前記流体送出手段が気体送出手段であり、前記流入流体が流入気体であり、前記赤外線センサが内部に前記赤外線光源が取り付けられており、赤外線光が通過できる第1のウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第1ハウジングと、内部に前記赤外線検出器が取り付けられており、赤外線光が通過できる第2ウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第2ハウジングと、前記第1及び第2ウィンドウの間に取り付けられたサンプル・チェンバを含んでおり、前記赤外線ビームが第1及び第2ウィンドウならびに前記サンプル・チェンバを通過することを可能とし、前記サンプル・チェンバがさらに前記気体送出手段と流体連通する気体入口と前記反応室と流体連通する気体出口とを含んでいることを特徴とする上記(1)に記載の装置。

(13) 前記第1及び第2ウィンドウが本質的にZnSe、ZnS、Ge、KCl、KRS-5、AgCl、AgBr、 Al_2O_3 、 MgF_2 、及び CaF_2 からなる群から選択した材料製であることを特徴とする上記(12)に記載の装置。

(14) 前記赤外線センサがフーリエ変換赤外線分光器であり、前記赤外線センサが前記電気出力信号から赤外線スペクトルを計算し、これから前記流入流体の成分の濃度を求めるためのコンピュータ手段を含んでいることを特徴とする上記(1)に記載の装置。

(15) 前記気体送出手段が前記反応室への前記流入流体の流量を制御するために前記電気出力信号に応答する制御手段を含んでいることを特徴とする上記(1)に記載の装置。

(16) 前記流入流体の成分の濃度を制御するための手

段をさらに含んでいることを特徴とする上記(15)に記載の装置。

(17) 前記流体送出手段が気体送出手段であり、前記流入流体が流入気体であり、前記気体送出手段がさらに前記反応室と流体連通している流入導管を含んでおり、前記制御手段が前記流入導管を通る前記流入気体の流量を制御するためのバルブと、内部に基準データを含んでいて、前記電気出力信号を前記基準データと比較し、これに応じて前記バルブの位置を制御するための基準データのライブラリを有しているプロセス・コントローラとを含んでいることを特徴とする上記(15)に記載の装置。

(18) 前記プロセス・コントローラが前記材料層の処理速度を制御することを特徴とする上記(17)に記載の装置。

(19) 前記気体送出手段が反応物源と、前記反応物源から前記流入気体を発生するための手段とを含んでいることを特徴とする上記(17)に記載の装置。

(20) 前記反応物源が反応液体であり、さらに、該反応液体へ第1の流量で送出され、これから前記流入気体を発生するためのキャリア・ガス源と、前記流入導管へ第2の流量で送出され、前記流入気体と混合する希釈ガス源と、前記基準データに応じて前記流入気体の前記成分の濃度を一定に維持するための流量制御手段とを含んでいることを特徴とする上記(19)に記載の装置。

(21) 前記流量制御手段が前記第1流量と第2流量の和を一定に維持することを特徴とする上記(20)に記載の装置。

(22) 流体を流すようになされた第1導管と、前記流入気体の濃度を閾値するための前記第1導管と流体連通している赤外線センサであって、赤外線光源と赤外線検出器を含んでおり、該赤外線光源が前記流入気体を通して前記赤外線検出器へ赤外線ビームを送るように配置されており、前記赤外線検出器が該検出機能の受け取った赤外線の量を示す電気出力信号を発生するための手段を含んでいる赤外線センサと、前記赤外線センサと流体連通していて、前記赤外線センサが感知した流体が貫流することを可能とする第2導管とからなる流体送出装置。

(23) 前記赤外線光源が所定範囲の赤外線波長の波長を有している光を放出することを特徴とする上記(22)に記載の流体送出装置。

(24) 前記赤外線光源が前記赤外線ビームの経路にある第1フィルタを含んでおり、該第1フィルタが赤外線域の第1の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有していることを特徴とする上記(23)に記載の流体送出装置。

(25) 前記赤外線センサが前記赤外線ビームを前記検出器に集束させるための手段を含んでいることを特徴とする上記(23)に記載の流体送出装置。

(26) 前記赤外線センサが赤外線ビームを変調する手

段と、前記電気出力信号を復調する手段とを含んでいることを特徴とする上記(23)に記載の流体送出装置。

(27) 前記赤外線ビームを変調する前記手段が該ビームの経路に配置された光学チョッパであり、前記電気出力信号を復調する前記手段がロックイン増幅器であり、該ロックイン増幅器が前記光学チョッパの周波数を監視するための手段を含んでいて、該監視手段と前記電気出力にตอบสนองして復調電気出力信号を発生することを特徴とする上記(26)に記載の流体送出装置。

(28) 前記光学チョッパが前記赤外線ビームの経路に配置された回転要素であり、該要素が前記第1フィルタと、赤外線域の第2の所定の周波数を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅を有している少なくとも1つの第2フィルタとを含んでおり、該第1及び第2フィルタが前記回転要素が回転したときに、前記赤外線ビームの経路に交互に配置されることを特徴とする上記(27)に記載の流体送出装置。

(29) 前記の第2の所定波長の光が前記流入気体によって吸収されず、これにより前記第2フィルタが前記赤外線検出器に対して光基準信号をもたらすことを特徴とする上記(28)に記載の流体送出装置。

(30) 前記赤外線検出器が前記光基準信号に応じて電気基準信号を発生し、前記赤外線センサが前記基準信号と前記復調電気出力信号の比を取り、この比を示す比率出力信号を発生する回路手段をさらに含んでいることを特徴とする上記(29)に記載の流体送出装置。

(31) 前記赤外線光源が所定の赤外線波長に同調したレーザであることを特徴とする上記(23)に記載の流体送出装置。

(32) 前記赤外線検出器が焦電検出器であることを特徴とする上記(22)に記載の流体送出装置。

(33) 前記赤外線センサが内部に前記赤外線光源が取り付けられており、赤外線光が通過できる第1ウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第1ハウジングと、内部に前記赤外線検出器が取り付けられており、赤外線光が通過できる第2ウィンドウを内部に含んでいる外壁を有している第2ハウジングと、前記第1及び第2ウィンドウの間に取り付けられたサンプル・チェンバを含んでおり、前記赤外線ビームが第1及び第2ウィンドウならびに前記サンプル・チェンバを通過することを可能とし、前記サンプル・チェンバがさらに前記第1導管と流体連通する流体入口と前記第2導管と流体連通する流体出口とを含んでいることを特徴とする上記(22)に記載の流体送出装置。

(34) 前記第1及び第2ウィンドウが本質的にZnSe、ZnS、Ge、KCl、KRS-5、AgCl、AgBr、 Al_2O_3 、 MgF_2 、及び CaF_2 からなる群から選択した材料製であることを特徴とする上記(33)に記載の流体送出装置。

(35) 前記気体送出手段が前記反応室への前記流入流

体の流量を制御するために前記電気出力信号にตอบสนองする制御手段を含んでいることを特徴とする上記(22)に記載の流体送出装置。

(36) 前記第2導管内の前記流入流体の流量を制御するために前記電気出力信号にตอบสนองする制御手段をさらに含んでいることを特徴とする上記(22)に記載の流体送出装置。

(37) 前記流入流体の前記成分の濃度を制御するための手段をさらに含んでいることを特徴とする上記(36)に記載の流体送出装置。

(38) 前記流体が気体であり、前記制御手段が前記第2導管を通る前記気体の流量を制御するためのバルブと、内部に基準データを含んでいて、前記電気出力信号を前記基準データと比較し、これに応じて前記バルブの位置を制御するための基準データのライブラリを有しているプロセス・コントローラとを含んでいることを特徴とする上記(36)に記載の流体送出装置。

(39) 前記プロセス・コントローラが前記材料層の処理速度を制御することを特徴とする上記(38)に記載の流体送出装置。

(40) 反応体源と、前記反応体源から前記流入気体を発生するための手段とをさらに含んでいることを特徴とする上記(38)に記載の流体送出装置。

(41) 前記反応体源が反応液体であり、該反応液体へ第1の流量で送出され、これから前記流入気体を発生するためのキャリア・ガス源と、前記流入導管へ第2の流量で送出され、前記流入気体と混合する希釈ガス源と、前記基準データに応じて前記流入気体の前記成分の濃度を一定に維持するための流量制御手段とを含んでいることを特徴とする上記(40)に記載の流体送出装置。

(42) 前記流量制御手段が前記第1流量と第2流量の和を一定に維持することを特徴とする上記(41)に記載の流体送出装置。

(43) ワークピースを反応室内で支持し、流入流体を反応物源から前記反応室中へ給送し、前記反応物源から前記反応室への流入流体の流れを通して赤外線ビームを送り、前記流入流体によって吸収されない前記赤外線ビームの量を検出し、前記の非吸収赤外線を示す電気出力信号を発生することによって前記流入流体の成分を濃度を感知することからなるワークピース処理方法。

(44) 前記赤外線が所定範囲の赤外線は超で放出されることを特徴とする上記(43)に記載の方法。

(45) 前記赤外線ビームを赤外線域の第1の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅に濾波することをさらに含んでいることを特徴とする上記(44)に記載の方法。

(46) 前記赤外線ビームを赤外線検出器に集束することをさらに含んでいることを特徴とする上記(44)に記載の方法。

(47) 前記赤外線ビームを変調し、前記電気出力信号

を復調することをさらに含んでいることを特徴とする上記(44)に記載の方法。

(48) 前記赤外線ビームを赤外線域の第2の所定波長を中心として 100 cm^{-1} 以下の帯域幅に濾波することをさらに含んでいることを特徴とする上記(47)に記載の方法。

(49) 前記の濾波された赤外線ビームを電気信号に変換し、該電気信号と前記復調電気出力信号の比を取り、これを示す出力信号を発生することをさらに含んでいることを特徴とする上記(48)に記載の方法。

(50) 前記反応室への前記流入流体の流量を制御することをさらに含んでいることを特徴とする上記(43)に記載の方法。

(51) 前記流入流体が流入気体であり、該流入気体の流量を制御する前記ステップが前記電気信号を基準データのライブラリと比較することを含んでいることを特徴とする上記(50)に記載の方法。

(52) 流入気体の流量を制御する前記ステップが前記材料層の処理速度を制御することを含んでいることを特徴とする上記(51)に記載の方法。

(53) 前記反応流体源が反応液体であり、キャリア・ガスを第1流量で前記反応液体へ送出し、これによって反応気体を発生し、希釈ガスを第2流量で前記反応気体へ送出し、前記第1及び第2流量の和を一定に維持することを含んでいることを特徴とする上記(51)に記載の方法。

【0019】

【発明の効果】本発明によるCVDないしエッチング装置及び方法は製造パラメータを最適化するための経験的なテストの必要性を最小限とすることができる。CVDないしエッチング装置はこの装置に簡単に、かつ廉価に結合できる気体送出装置を含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のCVD装置の第1実施例の略図である。

【図2】図1の装置で有用な赤外線センサの略図である。

【図3】図2に示した赤外線センサの詳細略図である。

【図4】本発明の赤外線センサの第2実施例の略図である。

【図5】図4の赤外線センサの作動を説明するグラフである。

【図6】図4の赤外線センサの作動を説明するグラフである。

【図7】図4の赤外線センサの作動を説明するグラフである。

【図8】本発明の赤外線センサの第3実施例の略図である。

【図9】図8の赤外線センサの作動を説明するグラフである。

【図10】図8の赤外線センサの作動を説明するグラフである。

【図11】本発明の赤外線センサの第4実施例の略図である。

【図12】本発明の赤外線センサの第5実施例の略図である。

【図13】本発明の気体送出装置で有用な制御システムのブロック図である。

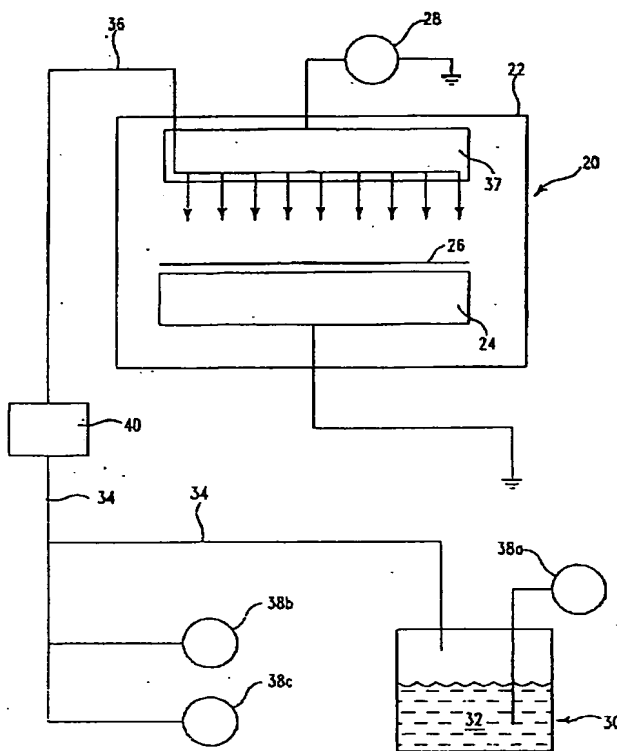
【符号の説明】

- 20 CVDまたはエッチング装置
- 22 反応室
- 24 ホルダ
- 26 ワークピース
- 28 RF源
- 30 容器
- 32 反応液(または反応物質)
- 34 第1導管
- 36 第2導管
- 37 マニフォールド
- 38a ガス供給源
- 38b ガス供給源
- 38c ガス供給源
- 40 赤外線センサ
- 42 赤外線光源
- 44 赤外線ビーム
- 46 赤外線検出器
- 48 赤外線干渉フィルタ
- 50 気体サンプル・セル
- 52 断熱加熱マントル
- 54 温度制御装置
- 56 サーモカップル
- 58 赤外線透過ウィンドウ
- 60 ハウジング
- 62 ハウジング
- 64 レンズ
- 65 絞り
- 66 光学チョッパ
- 70 ロックイン増幅器
- 72 増幅器の出力
- 80 チョッパ制御装置
- 82 軸外し放物面反射器
- 84 集束レンズ
- 86 赤外線検出器
- 90 ロックイン増幅器
- 94 ロックイン増幅器
- 100 比率回路
- 104 コンピュータ
- 108 ビーム・スプリッタ
- 110 ミラー
- 112 改変形チョッパ

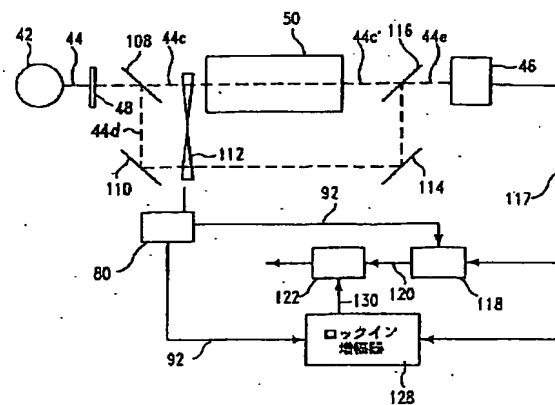
116 ビーム・スプリッタ
 118 回路
 122 比率回路
 128 ロックイン増幅器
 140 回転要素
 140a フィルタ
 140b フィルタ
 150 レーザ
 154 レンズ

156 光ファイバ
 160 分光器
 164 コンピュータ
 170 プロセス・コントローラ
 174 パルプ
 176 供給源
 178 流量制御装置
 182 質量流量制御装置

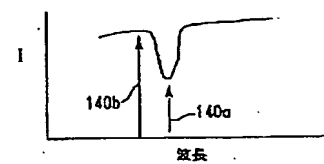
【図1】



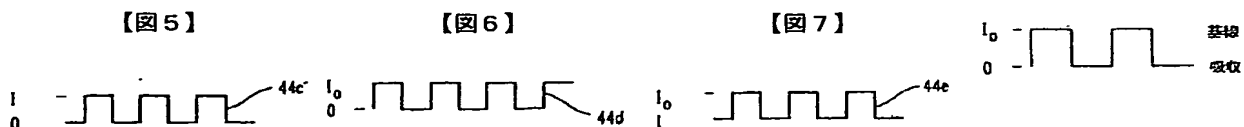
【図4】



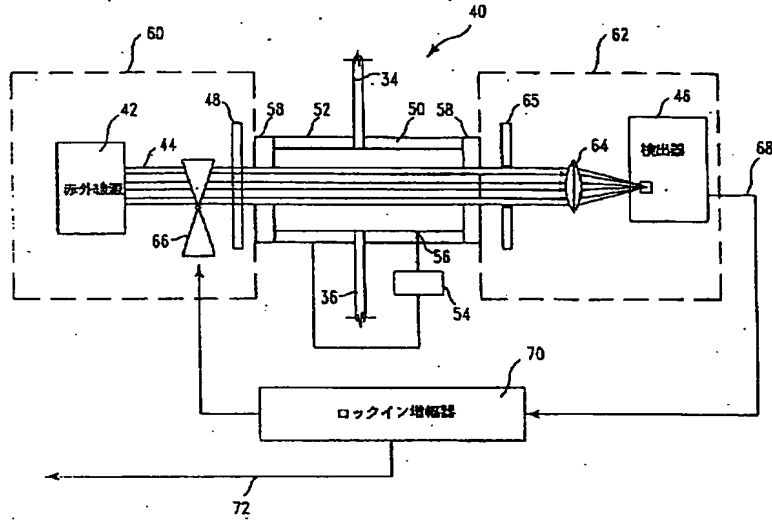
【図9】



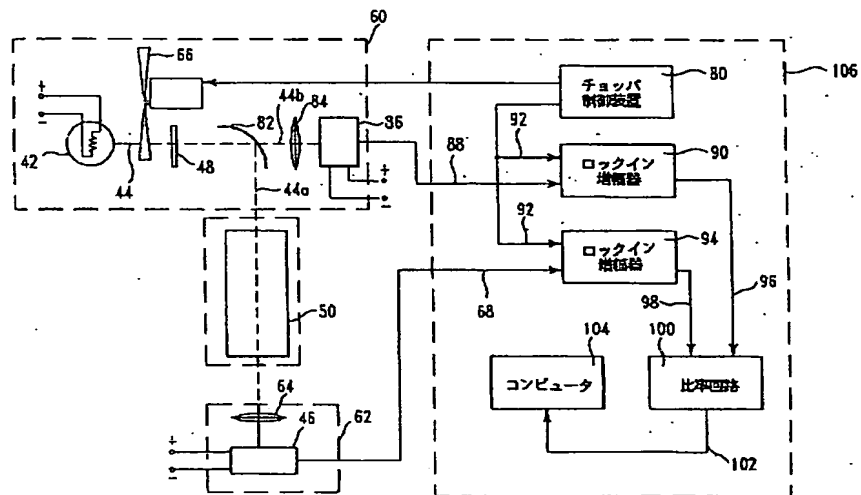
【図10】



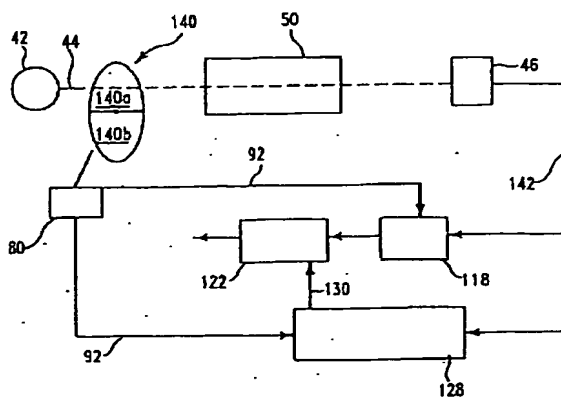
【図 2】



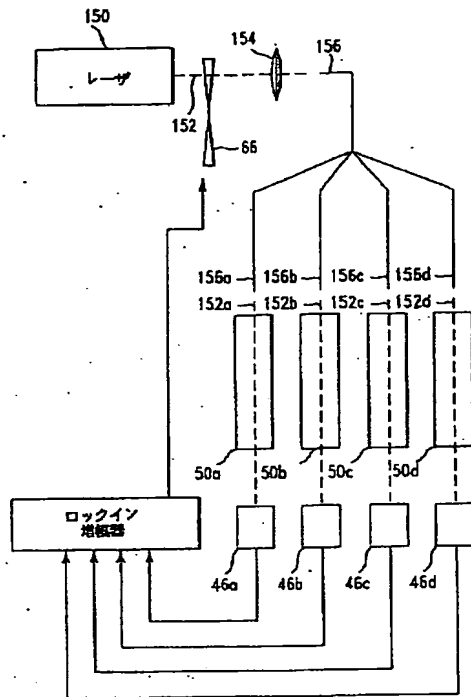
【図 3】



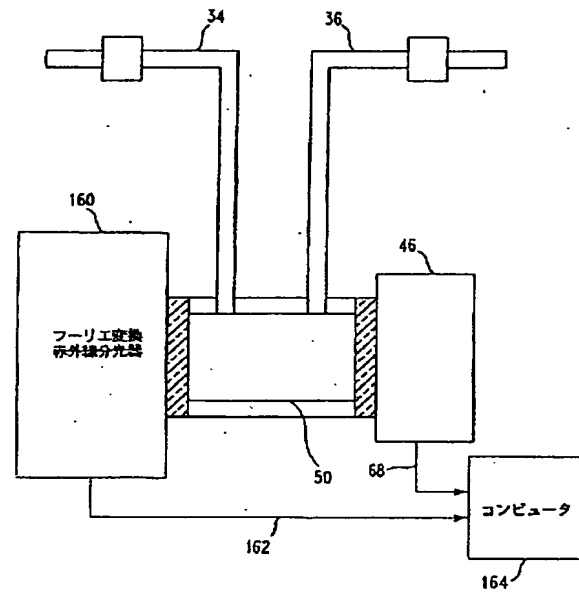
【図 8】



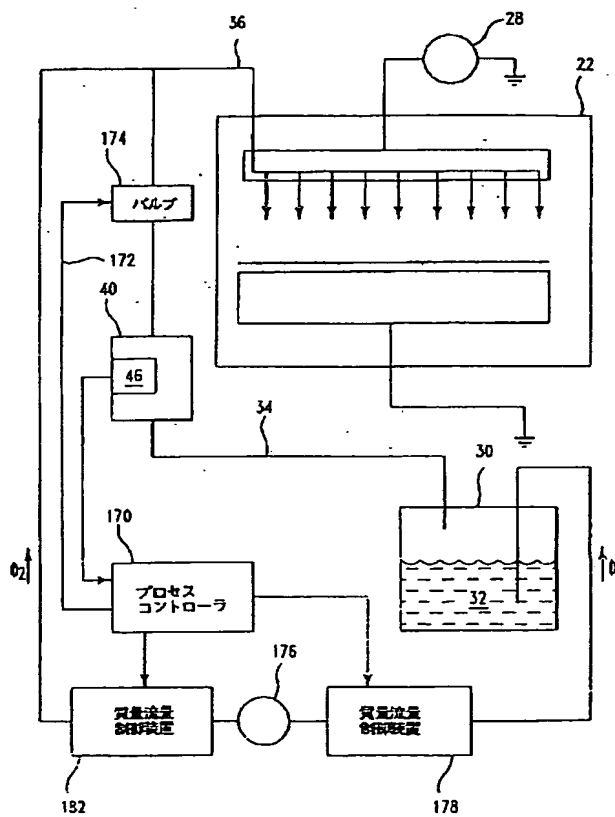
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H O 1 L 21/205				
21/3065				
21/31				
// G O 1 N 21/33				
H O 1 L 31/00				
		7630-4M	H O 1 L 31/00	B
(72) 発明者	マイケル・レーン・パッソウ		(72) 発明者	ジョナサン・ダニエル・チャップルーソコ
	アメリカ合衆国12569 ニューヨーク州ブ			ル
	リーザント・バレー ノース・アベニュー			アメリカ合衆国12603 ニューヨーク州ボ
	ビレッジ・パーク・アパートメント 17			ーキープシー ホーマー・プレース 12
	-105		(72) 発明者	リチャード・アンソニー・コンティ
(72) 発明者	ティナ・ジェーン・コトラー			アメリカ合衆国10549 ニューヨーク州マ
	アメリカ合衆国12550 ニューヨーク州ニ			ウント・キスコ フォックスウッド・サー
	ューバーグ コートランド・ドライブ 8			クル 47
	ディー		(72) 発明者	ジョイシ・シン
				アメリカ合衆国12533 ニューヨーク州ホ
				ープウェル・ジャンクション サドル・リ
				ッジ・ドライブ 42